

**Заключение:** Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод о том, что при сравнение двух систем: гидроударный механизм и гидроимпульсный механизм-гидроимпульсный механизм обладает большей энергоэффективностью по сравнению с гидроударным механизмом.

#### **Список литературы:**

1. Пашков Е. Н., Зиякаев Г. Р., Юровский П. Г., Пономарев А. В.. Патент на ПМ 133152 РФ. МПК7 E02D 7/10. Гидроимпульсная сваебойная машина / Опубл. 10.10.2013.
2. Пашков Е. Н., Зиякаев Г. Р., Юровский П. Г. Повышение эффективности бурения шпуров применением безбойковой гидроимпульсной системы. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 4(1) – С. 521-527.
3. Саруев Л.А., Пашков Е. Н., Зиякаев Г. Р., Кузнецов И.В. Силовой механизм сваебойной машины. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 4(1) – С. 482-485.
4. Коровкин П.В, Пашков Е.Н. Гидроударные буровые машины. В сборнике: Высокие технологии в современной науке и технике. Сборник в 2-х томах. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2013. – С. 224-227.
5. Всяких К.А., Пашков Е.Н. Оборудование погружения забивных свай. В сборнике: Высокие технологии в современной науке и технике. Сборник в 2-х томах. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2013. – С. 187-190

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ОЧИСТНОГО МЕХАНИЗИРОВАННОГО ЗАБОЯ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ОЕЕ**

*В. Н. Панчехин, студент гр. ГМ-13,  
научный руководитель Д. А. Задков  
Санкт-Петербургский горный университет,  
199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2,  
Тел. 8-921-633-13-50  
E-mail: tenchu8@mail.ru*

Не смотря на использование современного высокотехнологичного оборудования процесс добычи угля в очистных забоях угольных шахт характеризуется большой неравномерностью, а потенциал очистных механизированных комплексов используется не полностью. В совокупности перерывы из-за влияние горно-геологических условий и из-за отказов горношахтного оборудования не являются единственной причиной и не объясняют полностью динамику нагрузок на очистной забой [1].

Оптимизация эффективности процесса добычи угля является сложной задачей, так как все составные части этого процессов находятся в постоянном движении, протекают параллельно и оказывают взаимное влияние на ключевые производственные параметры среди которых можно назвать, например, подготовку

выемочных столбов, обеспечение оптимальных режимов работы горных машин, надежность, доставка материалов, транспортировка и складирование горной массы. С организационной и технологической точки зрения существуют два наиболее важных фактора, определяющих эффективность (производительность) очистного забоя, это коэффициент использования рабочего времени (коэффициент готовности) и коэффициент машинного времени.

Коэффициент использования рабочего времени (коэффициент готовности), характеризует долю суммарного времени работы очистного комбайна в общей продолжительности рабочей смены. За исключением времени на проведение планового технического обслуживания или осуществление некоторых специальных непроизводительных операций все остальное время, когда бригада находится в забое, теоретически может быть эффективно использовано для добычи угля. Однако, в практических условиях производственный процесс прерывается [2]. Такие остановки могут быть вызваны рядом причин, такими как чрезмерная нагрузка, отключение оборудования, превышение содержания метана, человеческий фактор и др. Так же могут быть и внешние причины: остановка транспортной системы, аварии в системах подачи электрической и гидравлической энергии.

Коэффициент машинного времени, характеризует степень использования оборудования в лаве. Он показывает долю времени работы оборудования, которая соответствует работе комбайна с номинальной глубиной захвата и с номинальной скоростью [2]. Очистной комбайн только часть общего рабочего времени работают с номинальной глубиной захвата и номинальной скоростью. Остальное время он перемещается с меньшей скоростью или обеспечивает меньшую глубину захвата, или передвигается в режиме холостого хода при зачистки.

Таким образом, производственные потери можно подразделить на потери времени в результате снижения скорости подачи и потери, связанные с уменьшением глубины захвата.

Для оптимизации производственного процесса добычи угля в очистном забое и выявления ограничений, препятствующих повышению его эффективности предлагается использовать показатель OEE (Overall Equipment Effectiveness – общая эффективность оборудования), который объединяет производственные аспекты эффективности, производительность и качество одним общим показателем.

Суть подхода системы OEE, применительно к очистному забою угольной шахты, заключается в совокупном анализе метрик, характеризующих различные аспекты работы горного оборудования, включающие простои, снижение скорости и потери качества.

На основе данных OEE можно сделать вывод, возможно ли улучшение производительности на существующем оборудовании или же его возможности фактически исчерпаны и для увеличения производительности необходимо новое, или необходимо изменение параметров очистного забоя.

По существу, показатель OEE представляет собой отношение полностью продуктивного времени работы (идеального времени производства) к плановому времени работы [3]. С учетом потерь производительности и качества этот коэффициент может быть рассчитан по формуле:

$$OEE = A \cdot P \cdot Q, \quad (1)$$

где  $A$  – доступность,  $A = \text{Рабочее время} / \text{Плановое время}$ ;  $P$  – производительность,  $P = \text{Произведенная продукция} / (\text{Идеальная скорость} \times \text{Рабочее время})$ ;  $Q$  – качество,  $Q = \text{Качественная продукция} / \text{Произведенная продукция}$ .

Его также можно определить как отношение объема произведенной качественной продукции к идеальному объему, который мог быть произведен, если бы оборудование работало на протяжении запланированного времени на максимальной (номинальной) скорости [3]. Применительно к очистному механизированному комплексу производство качественной продукции соответствует работе очистного комбайна с номинальной глубиной захвата.

Анализируя значения каждого из трех коэффициентов и сравнивая их, например, со значениями за предыдущие периоды, возможно постепенно локализовать причину потери эффективности.

Одной из главных целей ОЕЕ является снижение шести наиболее значительных причин потери эффективности работы очистного забоя (таблица 1). Для анализа эффективности работы оборудования используется система KPI (Key Performance Indicators – ключевых показателей производительности). Управление простоями (DTM – Downtime Management) заключается в более глубоком анализе причин остановки работы оборудования. Фактически задача управления простоями сводится к нахождению промежутков времени, когда оборудование не работало или работало с пониженной скоростью или качеством, и классификации этих промежутков согласно модели времени и дерева причин. После классификации промежутки времени агрегируются для каждой категории. В результате получаются статистические показатели, которые используются при расчете KPI [3]. ОЕЕ и управление простоями являются близкими задачами и дополняют друг друга.

Таблица 1. Причины потери эффективности

Причина	Категория	Примечание
Поломка оборудования	Потери из-за простоев	Существенная остановка на большое время, требующая вмешательства специалистов
Настройка	Потери из-за простоев	Замена и настройка рабочего инструмента (например, резцов)
Мини-остановка	Потеря скорости	Остановки на меньшее время, до 5 минут
Снижение скорости	Потеря скорости	Все, что не позволяет работать на максимально возможной скорости
Уменьшение ширины захвата при зарубке	Потеря качества	Потеря в добычи из-за уменьшения ширины захвата (зарубка комбайна в угольный пласт)
Зачистка лавы	Потеря качества	Потеря в добычи из-за необходимости зачистки лавы

Таким образом, метод ОЕЕ дает возможность систематизировать большое количество факторов, которые снижают эффективность работы горного оборудования, оценить степень их воздействия и оказать эффективное влияние на результат. При наличии существующих систем контроля, из которых можно

получать оперативные данные о работе оборудования, система OEE/DTM может быть достаточно быстро внедрена на горном предприятии.

**Список литературы:**

1. Стебнев А.В., Мухортиков С.Г., Задков Д.А. Анализ работы очистных механизированных комплексов в условиях шахт АО «СУЭК-Кузбасс» // Сборник трудов научно-практической конференции "Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2017". – СПб: СПГУ, 2017.– С. 84-89.
2. Михаэль Мышковский, Ули Пашедаг. Разработка длинными очистными забоями угольных пластов средней мощности. Сравнение эффективности струговой и комбайновой выемки в сопоставимых условиях эксплуатации. – Caterpillar, Inc, 2015. – 51с.
3. Шопин А.Г., Занин И.В. ОЕЕ и управление простоями: от теории к реализации в SIMATIC IT// Автоматизация в промышленности, 2006, с.24-29.

**ОЦЕНКА НДС МОДЕЛИ КАНАТНОГО ДЕМПФЕРА ОТ ДЕЙСТВИЯ  
СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

*А.А. Вакуров, студент гр. 2БМ74*

*Научный руководитель, доцент К.К. Манабаев,*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

В статье производился расчет напряженно-деформированного состояния геометрической модели демпфера, созданной на основе данных о существующем насосном агрегате, от действия статических нагрузок с целью проверки прочностных характеристик методом конечных элементов. В результате была получена картина распределения полей эквивалентных напряжений по критерию Мизеса. За основу был взят патент №2478845.

**Ключевые слова:** канатный демпфер, гашение вибраций, виброзащита, напряженно-деформированное состояние (НДС), метод конечных элементов (МКЭ).

**Введение**

В настоящее время совершенствование методов защиты оборудования от вибраций позволяет снизить ее негативное влияние на подвижные части оборудования, что приводит к повышению ресурса оборудования, а также понижению затрат на ремонт.

Существующие типы демпферов обладают рядом недостатков: возможность установки только на резцы токарных станков для демпферов ударного типа, возможность гашения вибраций одной частоты для пружинных, сложная конструкция у магнитных демпферов. Из-за недостатков применение этих демпферов на насосном агрегате нецелесообразно. В качестве аналога предлагается использовать канатный демпфер. Его основными достоинствами являются: возможность гашения аperiodических колебаний, простота конструкции и низкая стоимость, возможность регулирования жесткости конструкции путем изменения сечения